

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 60128201

PUBLICATION DATE : 09-07-85

APPLICATION DATE : 13-12-83

APPLICATION NUMBER : 58233715

APPLICANT : HITACHI POWDERED METALS CO LTD;

INVENTOR : OZAWA SHIGERU;

INT.CL. : B22F 1/00

TITLE : PRODUCTION OF SINTERED PARTS COATED SURFACE WITH 2ND PHASE

ABSTRACT : PURPOSE: To obtain sintered parts which are coated with foil-like powder on the surface and are provided with the characteristic of the coating material by adding the raw material forming the 2nd phase and consisting essentially of the foil-like powder to raw material powder constituting a matrix and sintering the powder.

CONSTITUTION: A raw material forming the 2nd phase is added and mixed in the form of foil-like powder to and with the raw material powder for powder metallurgy forming a matrix. The green compact obtd. by compressing such powdermixture is sintered, by which the sintered parts coated with the 2nd phase formed of the foil-like powder on the surface are obtd. The sintered parts having high rust preventiveness or corrosion resistance are obtd. by adding the foil-like powder at 10~50% in the case of using, for example, a ferrous material for the matrix and copper or copper alloy for the 2nd phase. The ferrous sintered parts which have the surface made into a blue copper color, etc. and have high merchandise value in appearance are obtd. by making use of the difference in the color toner between the above-described two materials.

COPYRIGHT: (C)1985,JPO&amp;Japio

⑫ 公開特許公報(A) 昭60-128201

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和60年(1985)7月9日

B 22 F 1/00

6441-4K

審査請求 未請求 発明の数 2 (全8頁)

⑮ 発明の名称 表面を第2相で被覆した焼結部品の製造法

⑯ 特 願 昭58-233715

⑰ 出 願 昭58(1983)12月13日

⑱ 発 明 者 武 谷 良 明 松戸市松飛台119-6  
 ⑱ 発 明 者 大 沢 真 人 茨城県新治郡村田下広岡670-24  
 ⑱ 発 明 者 小 沢 茂 松戸市常盤平3-28-3  
 ⑲ 出 願 人 日立粉末冶金株式会社 松戸市稔台520番地  
 ⑳ 代 理 人 増 淵 邦 彦

明 細 書

発明の名称

表面を第2相で被覆した焼結部品の製造法

特許請求の範囲

1 粉末冶金製品の通常の製造法において、マトリックスを構成する原料粉に、第2相を形成する原料を箔状粉を主体として添加することを特徴とする、焼結体の表面に露出する第2相の面積比が高められた焼結部品の製造法。

2 粉末冶金製品の通常の製造法において、第2相がマトリックスよりも防錆性または耐蝕性に富む材料あるいはマトリックスと色調の異なる材料からなり、第2相を形成する原料を箔状粉を主体として添加することを特徴とする、防錆性または耐蝕性、あるいは表面の色調を変化させた焼結部品の製造法。

3 部材のマトリックスが鉄または鉄を主体とする合金、第2相が銅または銅合金あるいは不銹鋼からなり、箔状粉の添加量が10～50%であることを特徴とする、第2項に記載の防錆性または

耐蝕性が高い焼結部品の製造法。

4 部材のマトリックスが鉄または鉄を主体とする合金、第2相が銅または銅を主体とする合金からなり、箔状粉の添加量が1～17%であることを特徴とする、第2項に記載の表面の色調を変化させた焼結部品の製造法。

5 部材の第2相がマトリックスより磨削性の良い材料からなり、第2相を形成する原料が箔状粉を主体として添加され、且つ箔状粉の添加量が、第2相が焼結体表面を巨視的に完全被覆する下限値の0.3～3.0倍であり、部材の用途が含油軸受である第1項に記載の焼結部品の製造法。

6 部材のマトリックスが鉄または鉄を主体とする合金、第2相が銅または銅を主体とする合金からなり、箔状粉の添加量が5～50%であり、部材の用途が含油軸受である第1項に記載の焼結部品の製造法。

発明の詳細な説明

一般に粉末冶金用の原料粉には流動性、成形性の良いアトマイズ粉、還元粉、電解粉、還元銅粉

粉が用いられており、塗料などの原料用金属粉は加工硬化した箔状粉であり、流動性、成形性が共に悪く、また焼結時に異常膨張を示すので、粉末冶金用には使用できないとされている。

しかしこの原料用箔状粉を前記の粉末冶金用原料粉に少量配合した場合には、混合粉と圧粉体の表面の色調は、添加した箔状粉の色調を強く帯びるという興味ある性質を持っている。この現象は既に経験されているが、この現象の解明は行なわれてはいなかった。

発明者らは、まず前記の現象の解明を行ない、粉末冶金用原料粉中に箔状粉末を添加、混合した場合には、箔状粉が混合粉体および圧粉体の表面に箔状に並びやすい性質があることを見出した。次にさらに解明を進め、箔状粉で混合粉体および圧粉体の表面を完全に被覆するに必要な添加量の算出方法を見出した。また箔状粉の添加も50%以下の範囲では、生産上特に問題を生じないことも実験的に確認し、このことから、箔状粉で表面を被覆して被覆材の特性を付加した焼結部品の生産

を可能としたものである。

本発明の効果を、マトリックスを鉄系、被覆材を銅合金とした焼結部品を例にして説明する。銅が鉄より防錆性、耐酸性に勝る点を利用すれば、特に高い機械的強度などが要求されない場合であれば、鉄系合金の欠点である前記の両性質を、被覆した銅合金のレベルまで高めることが可能である。また両材料の色調の異なる点を利用すれば、表面を青銅色などにした鉄系焼結部品を容易に製作でき、その外観の商品価値を高めることができる。また類似形状品を同時に取り扱う機会の多い工場では、一方の部品に判別できる程度に着色すれば、誤認による不良の発生が防止でき、管理が容易になるなど、その効果は大である。また銅合金の磨削特性に勝れた点を利用すれば、鉄系焼結含油軸受の磨削面を銅合金で被覆して腐蝕性を銅合金程度まで向上させた、耐腐蝕性の高い含油軸受の製造も可能となる。

以上述べたように、本技法が有効に適用できる多くの用途があるが、その目的に応じてマトリッ

クス材および被覆材を選択すれば、さらに広範囲に適用が可能となる。

まず箔状の粉末を添加した場合に、これが混合粉や圧粉体の表面に並びやすい現象を説明する。

以下、本明細書では原料用原料粉を箔状粉と、粉末冶金に通常使用するアトマイズ粉、還元粉、電解粉、還元銅粉を通常粉と、またマトリックスを形成する原料粒子をマトリックス粒と称することにする。

まず、通常粉単味からなる原料粉が金型のキャビティを充填した場合を考える。充填粉の各粒子には重力が下方に作用するので、エネルギー的に最も安定な状態は粉体の体積が最小の状態即ち各粒子が最稠密充填となった場合である。このことは、粉体は常に最稠密充填の状態になろうとする本質的な性質を持っていることを示している。

解析を簡単にするために通常粉の各粒子が同一半径 $r$ の球であり、また配列が最稠密充填であると仮定すれば、金型表面から距離が $r$ の充填粉体の断面は第1図で示される。図中1で示した円は

注目する粒子であり、これは11~16に示した6箇の隣接粒子に包囲されている。3は粒相互間に存在する空間部を示す。加圧成形が行なわれると、これらの粒は空間部が消失するまで変形し、本図中に点線で示したような形状に、即ち、加圧方向の影響を無視すれば、正六角形となる。

次に第2相を形成する粉末が通常粉で添加されたとし、粒径はマトリックス粉と同じく $r$ と仮定する。この場合の配列は単味の場合と同じく最稠密充填であり、従って、その模式図に第1図を借用することができる。ここで1を第2相の粒子、11~16をマトリックスを構成する粒子とし、この7箇の粒子からなる単位セルで表面が構成されたとすれば、充填粉の表面層における第2相の面積比は $1/7$ 即ち14.3%となる。この比率は混合粉体中のいずれの場所でも維持されているので、粉体中の第2相の偏数比即ち体積比は表面層の面積比と同じ14.3%となる。また成形時の第2相粒子とマトリックス粒子の変形量を同一と近似すれば、圧粉体の組織は前記の同じ図中の

点線で示した状態となり、その面積比も充填時と同一値、即ち体積比と同一の値で近似される。

次に第2相を箔状粉として添加した場合を考える。市販されている原料用箔状粉は直径 $2a$ と厚さの比が $20 \sim 50:1$ 程度であるので、この厚さは無視することにする。この場合も前記と同様に混合粉中のマトリックス粒子が最密充填となる場合が最も安定な状態となる。しかし $2a > r$ であれば、マトリックス粒子の配列状態は箔状粒子の分布により大きく乱され、最密配列とはなり得ないであろう。

これに対して、 $2a < r$ であれば、マトリックス粒子は第1図に示した配列を取り、第2相の箔状粉はその空間部に位置する筈である。従ってこの場合は、粉体の体積を増すことなく箔状粉の添加が可能となる。しかしマトリックス粒子を完全に包囲するためには、この空間部の体積以上の箔状粉を添加する必要がある、表面の被覆効果は後記に比べれば小である。

$2a \approx r$  の場合にはこの空間部には寸法的に入り

箔状粒子42および43が充填した粉体側に属する確率はともに $1/2$ である。

この確率を1とする、即ち完全に箔状粉で粉体の表面を被覆するためには、マトリックス粒子間に存在する箔状粒子の数を2箇とすればよい。この配列状態を第4図に示した。図中44は前記の2箇となった箔状粒子、45は粉体表面の1箇の箔状粒子、また6は粉体の表面を示している。

第4図の状態で加圧成形が行なわれると、第5図の如き組織を示すであろう。図の左側は圧粉体中に空孔3'が残存する状態を示し、また、右半分は空孔が消滅した状態を示した模型図である。図中44'は変形したマトリックス粒子間に存在する変形した2箇の箔状粒子、45'は表面層に存在する変形した1箇の箔状粒子を示している。

以上を要約すると次のようになる。即ち、マトリックス形成用原料粉に第2相形成用原料を箔状粉として添加した場合には、箔状粉が混合粉体および圧粉体の表面に層状に並ぶ本質的な性質があり、その性質に基づく表面の被覆効果は $2a \approx r$ の

得ないので、箔状粉はマトリックス粒子間に位置する筈である。それらの大きさおよび数が最過条件を満たした場合には、その配列の2次元模型は第2図に示した状態となり、各マトリックス粒子は、その周囲を箔状粉で完全に包囲された状態となる。図中4は箔状粉の断面を示した。

この状態で加圧成形が行なわれれば、マトリックス粒子1、11~16および箔状粒子4は変形し、第3図の1'、11'~16'および4'で示したように、箔状粒子はマトリックス粒子相互の境界部に、薄層状で存在する筈である。

ここで第2図は、充填した粉体の表面に対して垂直な断面の粒子の配列を示したもので、粉体の表面層がマトリックス粒子14、1、11であるとするれば、表面層付近の粒子の配列は、本図からマトリックス粒子15、16および箔状粒子41を除いたものとなる。このとき42、43で示した箔状粒子はそれぞれマトリックス粒子1、16および1、15間に存在し、1箇の箔状粒子が2箇のマトリックス粒子に共有されている。従って

場合が最大であって $2a < r$ がこれに次ぎ、 $2a \approx r$ では殆どその性質を示さず、通常粉で添加した場合とはほぼ同一となるであろう。

通常生産に使用する原料粉の平均粒径が $74 \mu$ (200メッシュ)程度に対し、原料用箔状粉の平均粒径は $10 \sim 40 \mu$ 程度であるので、前記の被覆効果が最大となる条件をほぼ満足している。

このことは、粉末冶金用に通常使用される原料粉に市販の原料用の箔状粉を添加、混合すると、混合粉体および圧粉体表面には、箔状粉が層状に並び易い最過条件をほぼ備えていることが判る。

次に、粉体および圧粉体の表面層が完全に箔状粉で被覆され、第2相となるために必要な箔状粉の最小添加量を推定してみる。

このためには第4図で示した条件、即ち1箇の通常粒子に対して、これに外接する1箇の多面体を箔状粒子で形成せねばよい。この状態となるためには両者の表面積を比較すると便利である。即ち比表面積 $A_{f0}$ の箔状粉を比表面積 $A_n$ のマトリックス粉に添加し、前者の組成を $x$ とすると、

重量がWの混合粉中の筈状粉がマトリックス粉に接する面積Sf0、およびマトリックス粉の表面積Snは次式で示される。

$$Sf0 = Af \cdot x \cdot W / 2$$

$$Sn = An \cdot (1-x) \cdot W$$

市販されている原料用筈状粉では、その特性値として被覆力Afが示されている。この値は1gの筈状粉粒子がほぼ1層となって、互いに接する程度に並べた層に占める面積を示し、比表面積との間に次の関係がある。

$$k1 \cdot Af = Af0 / 2$$

ここにk1は0.85である。

球状粒子の表面積に対する外接多面体の表面積の比をk2、また同粉末とも広い粒度分布を持ち、前記の理想状態では被覆し得ないので、被覆効率k3を導入すると、筈状粉が被覆するマトリックス粉の面積Sfは次式で示される。即ち

$$Sf = Sf0 \cdot k3 / k2$$

$$= Af \cdot x \cdot W \cdot k0$$

ここに  $k0 = k1 \cdot k3 / k2$  である。

巨視的に完全に被覆するための組成の下限値をx0とすれば、x0でSf = Snとなるので、

$$x0 = An / (An + k0 \cdot Af) \cdots \cdots \textcircled{1}$$

$$k0 = An \cdot (1-x0) / Af \cdot x0 \cdots \cdots \textcircled{2}$$

となる。k0は、次のようにして求められる。即ち巨視的に第2相で表面全域が被覆される組成x0を実測値から求めて、既知のAnおよびAfから、式②を用いて算出する。また、k0が判明している場合には、式①にてx0を求めることができる。

前述の説明から判るように、k1およびk2は1に近い定数なので、従ってk0はk3となり、1/k0が筈状粉の添加量x0で層々のマトリックス粉粒子を包圍した筈状粉粒子の層の平均数となる。またこれに筈状粉の厚さを乗じると、表面の被覆層の厚さの平均値を求めることができる。

次に、原料用筈状粉を添加した鉄系統結材の例について、本技法の内容を具体的に説明する。

#### 実施例1

この例における原料粉はマトリックス用通常粉として還元鉄粉、第2相形成用筈状粉として原料

用鋼粉、またこれとの比較のための通常粉として電解鋼粉を使用した。これらの粉末の諸特性値を第1表に示す。なお筈状鋼粉の被覆力はカタログ値であり、また鉄粉の比表面積値は、粒形状を球と仮定し、3.25メッシュ以下の粒径を0.03mmとして算分値から算出した値である。

第1表

特性項目	粉末の種類		
	鉄粉	筈状鋼粉	電解鋼粉
粒度 + 100メッシュ	1.0	—	—
度 + 145 "	27.3	—	10.2
分 + 200 "	31.7	1.5	30.2
布 + 250 "	15.0	8.0	18.0
% + 325 "	12.2	14.8	17.8
- 325 "	12.8	75.7	23.8
比表面積 (cm <sup>2</sup> /g)	104	—	—
被覆力 (cm <sup>2</sup> /g)	—	1500	—

前記の鉄粉にそれぞれ5、15、30%の前記2種の鋼粉を添加混合して、合計6種の混合粉を作成し、圧粉密度を70 g/cm<sup>3</sup>を目標として加圧成形を行ない、3辺の長さがそれぞれ5、10、20mmの直方体状の圧粉体を作成した。これらの

圧粉体を分解アンモニア雰囲気中で900℃にて1時間焼結し、焼結体の表面の顕微鏡写真から、表面の鋼による被覆部の面積比を求めた。

各試料の作成に使用した混合粉中の筈状粉部分の表面積Af・x、マトリックス粉部分の表面積An・(1-x)、および両者の比 Af・x / An・(1-x)と、焼結体表面の鋼の被覆面積比の実測値を第2表に示した。被覆面積比が1となる組成、即ちx0を、被覆面積比と組成の関係を示す第6図の曲線7から求めると17%となり、k0を式②から求めると1/3となった。また筈状鋼粉の組成xを、x/x0として付記した。

第2表

特性項目	試料名		
	1	2	3
配合組成 鉄粉 %	95	85	70
鋼粉 %	5	15	30
An・(1-x) cm <sup>2</sup> /g	98.8	88.4	72.8
Af・x cm <sup>2</sup> /g	75	225	450
Af・x / An・(1-x)	0.76	2.55	6.18
被覆面積比 x/x0	0.4	0.9	1.0
	0.29	0.88	1.76

興味のある点は  $x/x_0$  の値が被覆面積比の実測値とほぼ一致し、この近似値として用いることができる点である。また比較材として、筒状粉を同量の電解銅粉に置き換えた焼結材との被覆面積比を第6図の曲線8に示す。この図の結果から、本技法が大きな被覆効果があることが確認できた。

本実施例で得た  $x_0 = 17\%$ 、 $k_0 = 1/3$  は次のことを示している。即ち筒状粉を  $17\%$  添加した場合、巨視的に表面の全域が銅で被覆される。この場合圧粉体表面は、平均して3層の筒状粒子が重なり合っている。

また第5図に示したように1層の筒状粉で包圍される理想的な条件 ( $k_0 = 1$ ) では、前記の添加量は、式①から  $5.7\%$  であった。

なお本実施例で経験した現象は下記のとおりである。まず圧粉体の被覆面積比の測定値はそれぞれ焼結体のそれと測定誤差の範囲で同一値が得られた。また混合粉の表面の被覆面積比は、測定は行なわなかったが、色調から判断すると、それらを用いた圧粉体、焼結体と同一と推定された。また

第3に、焼結に際し蒸発飛散するような元素が筒状粉に含まれる場合には、この飛散防止策を行なう必要がある。一例を挙げれば、筒状粉として銅-亜鉛材を用いた場合には、焼結中に亜鉛が蒸発飛散し、焼結体の表面は銅色を呈する。しかし圧粉体を銅-亜鉛合金粉とアルミナの混合粉中で焼結を行なえば、容易に表面層の亜鉛の防止が可能であった。

上記のような諸点を考慮すれば、広い範囲の材料に対し、第2相で表面を被覆した焼結品の製作が可能となる。

前記の  $k_0$  または  $x_0$  は、使用するマトリックス粉および第2相用原料粉のそれぞれの組み合わせに対して、実測値からまたはこれから算出して求める必要がある。しかし、マトリックスおよび第2相をそれぞれ使用頻度の高い鉄系および銅系に限定すれば、原料粉は生産性などの点から自ずから制約され、式①および②中の原料粉末の特性値および  $k_0$  はほぼ同一の値となる。即ち

$$A_f \approx 1500 \text{ cm}^2/\text{g}, A_B \approx 100 \text{ cm}^2/\text{g},$$

これら試料の断面の色調は、表面に比べて遙かに銅色に乏しいことを確認した。

本技法を適用するに際して留意すべきことは、下記の3項である。

その第1項は焼結条件であり、成形時に被覆した表面層が、焼結時に拡散などで大幅に減少する条件は避ける必要がある。前記の実施例で焼結温度を銅の融点以上とした場合には、表面層の銅は溶融し、焼結体内に内在する空孔中に流入してしまい、被覆効果は消失した。

第2にマトリックス粉の比表面積は、実施例に示したように、粒度分布から算出した値を用いることが好ましい。例えば運元粉の場合には、気体吸着法で求めた比表面積は、前記算出値の数倍の値となる。これは、粒子に多量に内在する空孔部などの表面積も含んでいることに起因している。

本技法を適用するに必要な値は粒子の外周部の表面積であるために、球形で近似することによる誤差を考慮しても、前記の算出値の方がより本目的に近い値を示す。

$k_0 \approx 1/3$  となり、これから算出した  $x_0 \approx 17\%$  は、一定値としても実用上殆ど支障を生ずることはない。

なお筒状粉の添加量は、その目的に応じて決める必要がある。既に述べたように  $x/x_0$  が第2相の被覆面積比に近似した値を示すので、添加量を便宜上  $x/x_0$  で示すことにする。

実施例1に示したマトリックスを鉄、第2相を銅とした場合では、類似品との識別を目的とする場合のように、単に判別できる程度に着色するのであれば、 $x/x_0 = 0.06$ 、即ち  $1.0\%$  で充分である。

色調を数段階に設定する必要がある場合は、前記値の他に  $x/x_0 = 0.2$  ( $3.4\%$ )、 $0.4$  ( $6.8\%$ ) など添加量を変えるか、または第2相をさらに色調の異なった材質とすることによって、目的を達することができる。本目的のための添加層の上限値は、表面の全域が被覆される組成、即ち  $x/x_0 = 1$  ( $17\%$ ) である。マトリックスが鉄系であれば、第2相として好ましい材料は、鉄と

着しく色調の異なった銅、銅—銅系、銅—亜鉛系および銅—錫—亜鉛などの銅系合金である。

次に防錆性を必要とする場合には、必ずしも第2相で完全に被覆する必要はない。 $x/x_0=0.6$ （実施例1の組み合わせで、10%）でも防錆性は顕著に向上し、実用上殆ど支障のない程度にまで達する。しかしピンホールが存在も問題となるような耐蝕性を目的とする場合には、 $x/x_0=1$ では巨额的には完全に被覆は行なわれていても、徹底的な完全被覆までは殆ど期待できないので、 $x/x_0$ を2（34%）または3（51%）程度にまで必要に応じて添加量を増加する必要がある。

従って銅または銅系合金を第2相とし、防錆、耐蝕を目的とする鉄系焼結材では、添加する箔状粉の下限値は10%、上限値は50%とした。

本目的に適する第2相用材料は、銅以外には銅—錫、銅—亜鉛、銅—鉛—亜鉛、銅—ニッケルなどの単相の銅系合金および不銹鋼が適している。不銹鋼も、添加量は前記の範囲で目的を達することができる。

を製造するには、原料費の大幅な上昇は避けられない。

鉄系、銅系の2相からなる含油軸受の馴染み性を決める主な要因は、磨動面における軟質相の材質とその量である。本技法を適用して、少量の添加量で表面層即ち磨動面を、銅系の軟質相で被覆した鉄系焼結含油軸受を製作すれば、銅系軸受とほぼ同一特性の軸受を原料費の僅かな上昇で製作することが可能となる。

また従来方法では不可能であった表面を銅系材で完全に被覆した鉄系軸受の製造も可能となり、前記よりもさらに性能の向上が期待される。

添加量を減少できる例として、第2相に組成がCu—30%Znの通常粉を40%添加した鉄系焼結材について説明する。前記組成材中の銅系相は38vol.%で、通常の形状を持つ合金粉添加時の面積比は0.38となる。この面積比となる箔状粉の必要量は、実施例1に示したA<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>を用いると約6.5%であり、添加量を約1/6に低減することができる。

次に既述した用途以外に、本技法の適用により大きな効果が期待される焼結含油軸受について説明する。

一般に軸受性能は次の3項に大別される。即ち耐荷重性、耐摩耗性および馴染み性である。耐荷重性は使用条件下の耐圧力を意味し、また耐摩耗性は、通常の条件下の磨耗は機械的な破壊に起因するので、両項目ともに軸受材としては、機械的強度の大きなことが望まれる。しかしながら馴染み性では、相手軸に順応して変形する柔らかさが要求され、前記の2項と相反する条件となる。

焼結含油軸受は大別して銅系および鉄系の2種に分けられ、軸受特性面では銅系が馴染み性に、鉄系は耐荷重性に勝れている。しかし後者の最大の特長は、低廉な原料費に比して低価格にあり、馴染み性を特に要求される用途を除き、広く使用されている。また鉄系に銅を最大25%、銅—亜鉛合金を85%まで添加するなど、多量の銅系材を添加して、鉄系および銅系両者の特徴を兼備させた軸受も開発されている。しかしながらこれら

鉄系焼結含油軸受材に、箔状の銅系金属粉を添加し、軸受特性が顕著に向上する限界添加量を求めた。この結果は磨動条件によって異なり、PV値が300（kg・m/cm・min）と低い場合には、 $x/x_0=0.3$ （50%）であり、また、PV値が1200と高い場合には $x/x_0=0.5$ であった。

また、前者の条件では $x/x_0 \leq 1$ 、後者の条件では $x/x_0=3$ （50%）以上添加しても、磨動特性のそれ以上の向上は認められず、機械的強度の低下が顕著となったので、下限を5%、上限を50%とした。なお、銅を添加しない本例の軸受の限界PV値は1500であった。

また、マトリックスを鉄系とした場合に第2相としての使用に適する材質は、前記の銅以外に軸受材として広く用いられている銅—錫、銅—鉛、銅—錫—鉛、銅—亜鉛等の銅合金である。またこれらに黒鉛、二硫化モリブデンなどの固体潤滑剤を若干量添加すると、さらに軸受特性が向上するのは当然であり、本発明における鉄を主体とした合金には、これらの添加も含まれるものである。

以上にマトリックスを鉄系、第2相を銅系とした焼結含油軸受について説明したが、2種の材料の組み合わせを上記に限定する理由はない。マトリックスは機械的強度が高く、第2相は軸の材質に対する順応性の大きな材料の組み合わせにおいて、第2相を箔状粉で添加すれば当然に前記同様の効果を示し、またその添加量も同様に、 $x/x_0$ が0.3~3となる筈である。

本技法に適する箔状粉は、既述の説明から判るように、被覆力が大であるほどその添加量を減ずることができ、本技法の効果を一層高めることができる。市販品の被覆力の下限値は通常1000  $\text{cm}^2/\text{g}$ であるが、特に500  $\text{cm}^2/\text{g}$ の被覆力を示す粉末を用いても、通常粉添加に比較しても明瞭に大きな被覆効果を示した。

また、粒度は既に述べたように100メッシュ以下の市販原料粉であれば問題なく使用できた。これらから本発明における箔状粉は500  $\text{cm}^2/\text{g}$ 以上の被覆力を有し、且つ粒度が100メッシュ以下の粉末と限定した。また箔状粉を主体とした

という表現は、第2相を純金属または合金の箔状粉で添加し、焼結時に拡散させて層状の合金相を形成させて第2相とする場合をも含むことを意味する。一例を挙げると、箔状銅粉とその10%の銅の通常粉を添加しても、焼結体の表面はCu-10%Snの箔状合金粉を添加した場合とほぼ同様となる。しかし、表面の被覆効果は箔状粉の方が著しく大きいので、最も効果を大きくするためには、第2相組成の箔状粉を使用することが好ましい。前記のように錫粉のみを、または銅-錫合金の一部を通常粉として添加した場合には、通常粉として与えた量だけ効果を減ずる。しかし、通常粉としての添加量が箔状粉の量に対して著しく小であれば、実質的にはその効果は変わらない。

#### 図面の簡単な説明

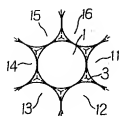
第1図は原料粉が最稠密充填となった場合の粒子の配列状態を、第2図は箔状粉を添加した場合の原料粒子の配列状態を、第3図は箔状粉を成形した後の組織を示す模式図、第4図および第5図はそれぞれ第2図および第3図における表面腐食

例の粒子配列および組織を示す模式図、第6図は本発明による箔状粉添加時の被覆効果に関する実験結果を示すグラフである。

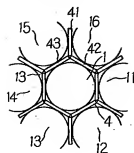
代理人 増 岡 邦 彦



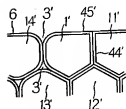
第1図



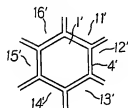
第2図



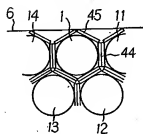
第5図



第3図



第4図



第6図

